

**CONOCIMIENTO TRADICIONAL Y VULNERABILIDAD DE HONGOS COMESTIBLES EN UN EJIDO DENTRO DE UN ÁREA NATURAL PROTEGIDA****TRADITIONAL KNOWLEDGE AND VULNERABILITY OF WILD EDIBLE MUSHROOMS IN A SHARED LAND BETWEEN IN THE PROTECTED NATURAL AREA**

**Xochitl Jasso-Arriaga<sup>1</sup>; Ángel Roberto Martínez-Campos<sup>2</sup>,  
Yaqueline A. Gheno-Heredia<sup>3</sup>, y Cristina Chávez-Mejía<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Centro Universitario UAEM Temascaltepec, Universidad Autónoma del Estado de México, Km. 67.5, Carretera Toluca-Cd. Altamirano, Gro., col. Barrio de Santiago s/n. Temascaltepec, Estado de México. CP 51300. Tel: 1(716) 2 66 52 09, 2 66 51 38, 2 66 51 71. <sup>2</sup>Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México, Km. 14.5 Carretera Toluca-Atlaconulco, San Cayetano, Toluca, México, CP 50200. <sup>3</sup>Universidad Veracruzana, Campus Córdoba. Poniente 7 núm. 1383, Orizaba, Veracruz, México, CP 94300. Correo electrónico: [xjasso4@yahoo.com.mx](mailto:xjasso4@yahoo.com.mx)

**RESUMEN**

El área de protección de flora y fauna “Nevado de Toluca” está sujeto a ser vulnerable ante la presencia de fuerzas internas y externas de carácter ambiental, social, económico y cultural. Se recurrió al conocimiento tradicional para identificar la relación que existe entre el uso y manejo de hongos y la perturbación de su hábitat. Se registraron 18 categorías para el factor socioeconómico, 48 para el antrópico, siete para el socioterritorial y siete para el natural. A través de la regresión logística se identificaron 36 categorías críticas de un total de 80. Posteriormente se eligieron 16 especies de hongos entre 50 a partir de su importancia cultural, se contrastaron con las categorías del factor socioeconómico por medio de la regresión logística, se evidenció que la preferencia, cantidad de recolección diaria, lugar de venta y precio explican 95% de presión en la extracción de hongos

de importancia cultural. La interacción humana sobre el hábitat de los hongos ha dado como resultado que factores antrópico y socioeconómico han intervenido con un 84% en la reproducción natural de este recurso. Se propone la agrobiodiversidad y agroforestería para generar alternativas de generación de empleo, alimentos e ingreso. El conocimiento tradicional permitió visualizar estrategias de conservación del ecosistema forestal.

**Palabras clave:** conocimiento tradicional, hongos comestibles silvestres, factores, categorías, vulnerabilidad.

**ABSTRACT**

The area of protection flora and fauna “Nevado de Toluca” is subject to be vulnerable in the presence of internal and external environmental, social, economic and cultural forces. Traditional knowledge is used to

identify the relationship between the use and management of fungi and the disruption of their habitat. Was recorded 18 categories for the socioeconomic factor, 48 for the anthropic, seven for the socioterritorial and seven for the natural. Through the logistic regression was identified 36 critical categories from a total of 80. Then 16 species of fungi of 50 of them were chosen from its cultural importance, they contrasted with the categories of the socioeconomic factor by means of logistic regression, evidenced that preference, quantity of daily collection, place of sale and price explained 95% of pressure in the extraction of fungi of cultural significance. The human interaction on the habitat of the fungi has resulted that anthropic and socioeconomic factors have intervened with an 84% in the natural reproduction of this resource. Was proposed to agrobiodiversity and agroforestry to generate sources of employment, food and income. Traditional knowledge allowed to visualize the forest ecosystem conservation strategies.

**Key words:** traditional knowledge, wild edible mushrooms, factors, categories and vulnerability.

## INTRODUCCIÓN

El convenio sobre diversidad biológica (ONU, 1992) reconoce la estrecha dependencia de muchas comunidades locales y poblaciones indígenas con los bosques. Los modos de vida tradicionales están estrechamente relacionados con recursos biológicos locales. Dicha relación simbiótica ha fomentado la consolidación de conocimientos ecológicos y conservación de recursos naturales por ejemplo, la cultura mesoamericana, en específico los pueblos ancestrales de México han contribuido a

la domesticación de miles de plantas comestibles y fomentaron la preservación de la biodiversidad (Portales *et al.*, 2009). El conocimiento tradicional se caracteriza por ser dinámico, porque es transmitido de generación en generación dentro de un grupo social sobre una base de interacción entre la biodiversidad a través del tiempo, dando como resultado la acumulación de información, prácticas y creencias ecológicas que garantizan la riqueza cultural y patrimonial (Parrotta *et al.*, 2009; Finetti, 2011; Sun y Yeo-Chang, 2012 y Gómez-Baggethun *et al.*, 2012). En cuanto al conocimiento local se suscribe como parte de los conocimientos contemporáneos, y es definido como la acumulación de información, prácticas y creencias en formación que se obtienen a través de observaciones personales; cuando hay interacciones continuas con ecosistemas locales y son compartidos entre los usuarios de los recursos locales, con el paso de los años puede convertirse en conocimiento tradicional (Charnley *et al.*, 2007).

El conocimiento tradicional puede ser complementado con el técnico y científico para explicar hechos relacionados con ecosistemas naturales. Por ejemplo, comunidades rurales de Filipinas a través del conocimiento tradicional pronostican el tiempo local para el desarrollo de actividades agrícolas (Galacgac y Balisacan, 2009). En Corea, las interacciones de carácter social, económico y ambiental en prácticas nativas de apicultura; han proporcionado bases para la gestión de políticas de manejo forestal sustentable (Sun y Yeo-Chang, 2012). Así mismo, el conocimiento local ha permitido distinguir usos culturales de productos forestales no maderables para el fomento del turismo cultural, diseño de programas educativos y prácticas forestales en Canadá

(Kim *et al.*, 2012). Datos etnobotánicos han determinado indicadores para evaluar el uso sostenible del manejo de bosques en China, en donde los mejores bosques conservados están en manos de pueblos autóctonos (Pei *et al.*, 2009).

Comunidades ancestrales de Nepal y Bangladesh saben predecir inundaciones y se preparan bajo su conocimiento tradicional. Tienen a la mano materiales básicos como utensilios de cocina, granos, combustible, fósforos, etc. Recolectan plantas medicinales, preparan el Khatiya/Palang (cama de madera alta), así como el Tejer Doko (canasta de bambú grande) para guardar las aves de corral ante las inundaciones, planean la evacuación de animales de traspatio a zonas altas, algunas veces los venden. También adquieren medicamentos contra el cólera, acumulan leña seca, almacenan alimentos secos para los animales de traspatio, llenan sacos o costales de arena para encausar el agua a lugares bajos, diseñan rutas de evacuación del agua pluvial, se organizan socialmente para aumentar la altura de bombas artesanales y diseñan barcas artesanales con materiales impermeables y flotantes. Inmediatamente después de la inundación, se reúnen para evaluar daños, construcción/reparación de casas, administración de alimentos, granos secos y ropa (Dewan, 2015). La diversidad del conocimiento tradicional debe integrarse con la ciencia antes de que pueda ser utilizado en políticas relacionadas con la reducción del riesgo. Se sugiere partir del complemento entre la ciencia y conocimiento tradicional para el diseño de modelos proactivos con el propósito de aumentar la capacidad de resistencia de comunidades vulnerables frente a los efectos del cambio climático y desastres naturales (Hiwasaki *et al.*, 2014). La diversidad del conocimiento

tradicional permite estudiar la fragmentación y pérdida de ecosistemas proveedores de alimentos comestibles como son hongos, plantas y fauna.

Los ecosistemas naturales y especies están extinguiéndose a una tasa tal que la evolución no podrá sustituirlas por millones de años (Trombulak *et al.*, 2004). Es primordial identificar y analizar las condiciones que han estado rebasando los estándares de cada uno de los elementos del ecosistema forestal. Los hongos comestibles silvestres enriquecen la dieta de la población local, además son considerados como parte del bienestar y son un indicador de la continuidad del ecosistema forestal, por lo tanto, se requiere partir de la base del conocimiento ecológico de especies, como parte de la cultura para incorporarlo al científico y diseñar modelos de conservación de ecosistemas (Garibay-Orijel *et al.*, 2009; FAO, 2011).

El concepto de vulnerabilidad es un marco para explorar el bienestar, se convierte en una herramienta analítica para explorar las dimensiones medioambiental, económica y social (Robinson *et al.*, 2015). Los estudios de vulnerabilidad requieren un enfoque sistémico integral, reconociendo la diversidad del cambio climático, actividades antrópicas y socioculturales que interactúan en la modificación de ecosistemas naturales (Rurinda *et al.*, 2014). Definiciones recientes de vulnerabilidad reconocen la interacción entre fuerzas externas e internas que determinan por la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación de un sistema, subsistema o componentes del sistema (Cutter, 1996).

Las investigaciones relacionadas con la fragmentación de la biodiversidad requieren de la intervención de un análisis holístico,

en donde interactúen varias disciplinas y cada una de ellas debe aportar elementos de análisis para la continuidad de la riqueza natural. La presente investigación inició con el conocimiento tradicional, fue la base para identificar factores, variables y categorías que evidencian la vulnerabilidad del hábitat de los hongos. La vulnerabilidad fue empleada como una herramienta analítica útil para identificar los factores que alteran el hábitat de hongos comestibles y evidenciar la probabilidad de pérdida de elementos constituyentes del hábitat de los hongos sobre la base de la intervención de categorías de presión distribuidos a través del tiempo y en espacios determinados.

## METODOLOGÍA

**Área de estudio.** El Nevado de Toluca también conocido como Xinantécatl (palabra náhuatl que significa “Señor desnudo”), es la cuarta montaña más alta de México con sus 4 558 m de altitud. Se localiza al suroeste de la capital del país, Ciudad de México, a una distancia de 40 km en línea recta aproximadamente. Dicho volcán está dentro del área de protección de flora y fauna “Nevado de Toluca”. La investigación se desarrolló en el ejido de la comunidad de San Antonio Acahualco, Zinacantepec, Estado de México, cuya superficie/territorio se encuentra dentro del área natural protegida, localizada en las coordenadas extremas de latitud norte a 19°13' y a 99°53' longitud oeste. Cuenta con una superficie aproximada de 3 000 ha (fig. 1). En referencia con el cráter del volcán se localiza al noroeste a una distancia en línea recta a 13 km aproximadamente. El tipo de tenencia es ejidal, comunal y propiedad privada. Uno de los principales problemas que presenta el ejido

es la fragmentación del bosque acompañado de una alta marginación (CONAPO, 2010). En la zona se desarrollan actividades del sector primario como son: cultivo del maíz, pastoreo y extracción de recursos forestales maderables y no maderables.

**Recolección de datos.** El trabajo de campo inició en 2010 y terminó en 2012. Para registrar el conocimiento tradicional (CT). Se utilizó el muestreo no probabilístico intencional-consecutivo. Se aseguró que la población que posee el conocimiento tradicional sea nativa del lugar, y que sea reconocida por la población local; como personas con sabiduría ancestral sobre plantas y hongos. Se obtuvo un listado de 61 personas, pero sólo 12 estaban en buena condición física y con disposición en darnos una entrevista voluntaria.

La parte medular de la entrevista semiestructurada consistió en preguntar sobre los hongos que conocen, conocimiento pasado y presente de su uso, partes usadas, los métodos de su preparación y consumo, y lugar de recolección (Signorini *et al.*, 2009). La entrevista inició con una presentación del investigador, se mencionó el objetivo de la entrevista, sobre el registro del conocimiento tradicional de hongos comestibles. Adicionalmente se explicó que la información obtenida sería empleada en una tesis doctoral. Se cuidó la forma de preguntar, se utilizó lenguaje apropiado junto con una actitud de escucha y respeto (Signorini *et al.*, 2009). Las entrevistas fueron gravadas con permiso de los informantes, cuando no era permitido, se utilizó un diario en donde se recuperó la información. Una vez finalizada la entrevista se agradeció la atención recibida.



**Fig. 1.** Localización del ejido de San Antonio Acahualco dentro del área de protección de flora y fauna “Nevado de Toluca”

A partir del conocimiento tradicional obtenido de los 12 informantes clave y con base en la revisión de literatura sobre la biología de hongos se diseñó un cuestionario de 104 preguntas, 92 fueron codificadas a escala tipo Likert y 12 no codificadas. El cuestionario se caracterizó porque la información se organizó en cuatro factores de presión: natural, antrópico, socioeconómico y socioterritorial con ocho variables y sus categorías (tabla 1). La variable dependiente o de respuesta (Y) fue dicotómica, se asignó 0 para representar la no disminución de hongos dentro

del bosque, 1 para representar que si hay disminución de hongos dentro del bosque. Las variables independientes o explicativas (categorías de los cuatro factores) fueron paramétricas y no paramétricas (se codificaron a escala tipo likert).

El cuestionario se aplicó a recolectores y vendedores de hongos de San Antonio Acahualco. Se identificaron a 200 a través del método bola de nieve, tomando como base, las referencias de personas que poseen el conocimiento tradicional y habitantes

**Tabla 1.** Factores de presión con sus variables y categorías que comprometen a los hongos comestibles en el ejido de San Antonio Acahualco dentro del área natural protegida.

Factores/ presión	Variable	Categoría	Referencia
Natural	Ambiental	Sequía, granizadas, heladas, cambio climático, plagas, falta: de humedad y sombra	CT y González <i>et al.</i> (2011).
	Tala de árboles	encino ( <i>Quercus</i> sp.), aile ( <i>Alnus</i> sp.), madroño ( <i>Arbutus</i> sp.), oyamel ( <i>Abies religiosa</i> H. B. K. Cham. & Schl), ocote ( <i>Pinus</i> sp.)	CT, González <i>et al.</i> (2011) y Britos <i>et al.</i> (2011).
	Actividad extractiva de recursos forestales no maderables	musgo ( <i>Zelometeorium</i> sp.)	
		resina ( <i>Pinus</i> sp.)	
		tabaquillo ( <i>Satureja macrostema</i> (Benth.) Briq.)	
		trébol ( <i>Didymaea</i> aff. <i>alsinoides</i> (Schlecht. & Cham.) Standl)	
		torojil ( <i>Agastache mexicana</i> (H. B. K.) Lint & Epling)	
		hierba de chivo o limón ( <i>Cosmos</i> sp.)	
		perilla ( <i>Symphoricarpos microphyllus</i> H. B. K.)	
		paloma (sin referencia de la especie)	
		zacatón ( <i>Muhlenbergia macroura</i> (H. B. K.) Hitch.)	
		zacatón blanco ( <i>Stipa ichu</i> (Ruiz & Pavón) Kunth)	
Antrópico		zacatón rojo ( <i>Piptochaetium virescens</i> (Kunth) Parodi)	
		jarrita morada ( <i>Penstemon gentianoides</i> (Kunth) Poir)	
		garrapatilla ( <i>Acaena elongata</i> L.)	
		saramuta ( <i>Trisetum virletii</i> Fourm)	
		espina de carrizo ( <i>Eryngium columnare</i> HemsI)	
		jara ( <i>Senecio cinerarioides</i> H. B. K.)	
		escoba china ( <i>Baccharis conferta</i> Kunth)	
		malvón ( <i>Senecio angulifolius</i> DC.)	
		ochozalt (acículas de los pinos)	
	Disminución de la materia orgánica	cantúes (sin referencia de la especie)	
		quelite de venado ( <i>Claytonia perfoliata</i> Donn ex Will.)	CT

Tabla 1. Conclusión.

	<p>flor de espina (tos) (<i>Cirsium ehrenbergii</i> Sch. &amp; Bip.)</p> <p>juanipil (sin referencia de la especie)</p> <p>frambuesas silvestres (<i>Rubus pumilus</i> Focke)</p> <p>fresas silvestres (<i>Fragaria mexicana</i> Schl)</p> <p>lirio(<i>Sisyrinchium convolutum</i> Nocca)</p> <p>pasto local</p> <p>troncos viejos</p> <p>árboles maduros</p> <p>hojarasca</p> <p>herbáceas</p>		CT, Sandoval y Real (2005), Kim y Pauleit (2007) y González <i>et al.</i> (2011).
	Efectos de ruralización	Cambio de bosque a uso agrícola y uso habitacional. Erosión del suelo, pastoreo de animales, incendios forestales, creación de brechas, construcción de carreteras, contaminación de cuerpos de agua, entubación de cuerpos de agua, basura, días de campo, tránsito de personas en el bosque, incremento de personas.	
<b>Socioeconómico</b>	Actividad económica alterna y complementaria	Sexo, edad, estudios, ocupación, ingreso semanal, años recolectando, quién le enseño, motivo de cosecha, falta de fuentes de empleo, años vendiendo hongos, dieta de consumidores, días de cosecha, kilos cosechados al día, temporada por especie, kilos cosechados por especie, preferencia por especie, precio por especie, lugar de venta por especie.	CT, Shackleton <i>et al.</i> (2008) y González <i>et al.</i> (2011).
<b>Socioterritorial</b>	Localización	Distancia al bosque, accesibilidad al transporte, medio de transporte, kilómetros caminados.	CT y Corona <i>et al.</i> (2008).
	Actitud de respuesta	Bienestar familiar, comportamiento de actores externos. Indiferencia por la conservación del bosque por parte de actores externos.	CT

(Hernández *et al.*, 2010). Posteriormente se programó la aplicación del cuestionario a sólo 65 recolectores, se caracterizaron porque su participación fue voluntaria y anónima a partir de enero de 2011 a octubre de 2012. Se visitó el tianguis de San Antonio Acahualco, se adquirieron tres ejemplares de hongos comestibles silvestres conocidas por las 12 personas que poseen el conocimiento tradicional para su identificación taxonómica. Se realizaron las descripciones de los cuerpos fructíferos y se les tomaron fotografías en fresco. Su identificación se desarrolló, a partir de características macroscópicas y microscópicas. El estudio microscópico se basó en la observación de preparaciones hechas a partir de cortes de navaja, montados en hidróxido de potasio (KOH) en solución acuosa al 15% (Cifuentes, Villegas y Pérez 1986). Se consultaron claves taxonómicas. Posteriormente se deshidrataron y se depositaron en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de México.

La vegetación que se asocia a los hongos comestibles silvestres fue recolectada en verano-otoño de 2012, se llenó su ficha descriptiva y se deshidrataron. Se determinaron las especies con ayuda de un experto en taxonomía. El estudio microscópico consistió en observaciones a partir de cortes de navaja, montados en agua y se apoyó en claves taxonómicas (Rzedowski, Rzedowski y colaboradores, 2005). Los ejemplares fueron depositaron en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de México.

**Regresión logística.** Permite modelar la probabilidad de eventos a partir de hechos que entretejen su materialización. Dichos

eventos, hechos y fenómenos reciben el nombre de variables Y y X. El conocimiento tradicional evidenció fenómenos que están fragmentando el hábitat de los hongos y fue la base para modelar la probabilidad de disminución de hongos comestibles silvestres a partir de la definición de la variable dependiente dicotómica, con valores de cero y uno. Cero fue asignado cuando no hay disminución y uno cuando si hay disminución de hongos comestibles dentro del bosque. Su disminución está en función de la fuerte cohesión de relaciones entre las variables independientes (X) como: ambiental, tala de árboles, actividad extractiva, disminución de la materia orgánica, efectos de ruralización, actividad económica alterna y complementaria, localización del bosque y actitud de respuesta. Las variables independientes o explicativas se caracterizaron porque presentan categorías cuantitativa y cualitativa (tabla 1). En este último caso, para su medición se transformaron en variables simuladas o codificadas a escala tipo Likert de 1 a 5.

La información de los 65 cuestionarios, se concentró en una base de datos de 202 columnas en Excel 2007. Después se introdujeron grupos de categorías de máximo 16 y mínimo siete en el programa SPSS versión 17 y se probaron las técnicas de pasos hacia atrás (Backward) y pasos hacia adelante (Forward) (Field, 2000 ). El propósito para identificar categorías significativas ( $p \geq 0.05$ ). Siendo la primera la que permitió identificar las categorías explicativas de los factores natural, antrópico, socioeconómico y socio-territorial. Las predictivas se determinaron al sustituir la fórmula general de regresión logística (fórmula 1) cuando el resultado se acerca a 1:



$$P(Y) = \frac{1}{1 + e^{-(b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n + \varepsilon_i)}} \quad \text{fórmula (1)}$$

Donde  $P$  es la probabilidad que ocurra a partir de la fuerte cohesión de relaciones entre categorías explicativas,  $Y$  es la disminución de hongos comestibles,  $e$  es la base del logaritmo natural,  $b_0$  es la constante (es la intercepción de la función de regresión  $Y$ ), siendo  $b_1$ ,  $b_2$  y  $b_n$  coeficientes de las categorías explicativas,  $X_1$ ,  $X_2$  y  $X_n$  son las categorías independientes;  $\varepsilon$  término de perturbación o error. Posteriormente, se planteó las siguientes probabilidades para los factores natural, antrópico, socioeconómico y socioterritorial:

P1: es la probabilidad que la vulnerabilidad de los hongos comestibles está siendo originada a partir del factor socioeconómico. Las categorías explicativas forman parte de la variable recolección de hongos como una actividad económica alterna y complementaria (tabla 1).

P2: es la probabilidad que la disminución de hongos comestibles silvestres se deba al factor antrópico. Las categorías explicativas son parte de las variables: tala de árboles, actividad extractiva, disminución de materia orgánica y efectos de ruralización (tabla 1).

P3: es la probabilidad de que la vulnerabilidad de los hongos comestibles silvestres sea ocasionada por el factor socioterritorial. Las categorías explicativas son parte de variables de actitud de respuesta de los recolectores de hongos y agentes externos y la localización del bosque (tabla 1).

P4: es la probabilidad de que la disminución de hongos comestibles silvestres sea resultado de las consecuencias de las actividades humanas sobre el ecosistema natural. La variable explicativa es la ambiental en donde se consideró como categorías la sequía, granizadas, heladas, cambio climático, plagas, falta de humedad y sombra (tabla 1).

Una vez que se determinaron las cuatro probabilidades, se calculó la proporción de cada uno de ellos en relación con el total, para identificar al factor que más interviene en la vulnerabilidad de los hongos comestibles a través de la fórmula 2:

$$P(-hongos_Y) = \frac{P_Y}{\sum_{Y=1}^4 P_Y} \quad \text{fórmula (2)}$$

Dónde  $Y$  es la probabilidad 1, 2, 3...n calculada. El margen de error con la que se trabajó fue de  $< 0.05$ .

**Índice de importancia cultural (ICIs).** El conocimiento tradicional está determinado por un grupo social específico y establece que tan importante es una especie de acuerdo a su cosmovisión, praxis y corpus (conocimiento) (Toledo, 1992). Para determinar el índice de importancia cultural de los hongos comestibles se retomó la fórmula empleada por Signorini *et al.* (2009):

$$ICIs = \sum_{u=u_i} \frac{u_{NC}}{u_i} - \sum_{i=i_i} \frac{i_N}{i_i} UR_{ui} / N \quad \text{fórmula (3)}$$

Donde  $u$  = es la categoría de uso,  $NC$  = es el número total de diferentes categorías de uso (de cada especie "i"),  $UR$  = es el número

total de usos reportados para cada especie,  $N$  = es el número total de informantes.

## RESULTADOS

### Categorías del conocimiento tradicional.

El conocimiento tradicional sobre los hongos comestibles fue organizado en cinco grupos. El primero se refiere a su ambiente ecológico, se registró que los hongos no proliferan en todo el bosque. El tipo de vegetación, humedad, y sombra permiten su reproducción. Se evidenció la clasificación de hongos por su ambiente, como son los hongos de troncos podridos, de zacatón (*Muhlenbergia macroura*), de arbustos, de hierbas, de pasto local, de ocochatl (acículas de los *Pinus*), de árboles de ocote (*Pinus* sp.), oyamel (*Abies* sp.), encino (*Quercus* spp.) y aile (*Alnus* sp.). Lo anterior evidencio que en la zona existen lugares con condiciones ecológicamente específicas para la reproducción de hongos degradadores de materia orgánica (saprobios) y hongos simbiotes (cuando el hongo y la planta hospedera se benefician mutuamente).

El segundo grupo fue sobre la fenología y biología del hongo. La gente relaciona el ciclo de vida de los hongos con el inicio de lluvia (mediados de la primavera). Conocen las especies que inician la temporada de recolección como es el hongo blanco o sanjuanero, enterrados y clavitos (*Lyophyllum* spp.). En julio y agosto recolectan hongos carnosos o de agua, mencionados como: viejitas (*Suillus* spp.), julianes (*Tricholoma* spp.), clavitos (*Lyophyllum* spp.) pancita y jalambo (*Boletus* spp.), enchilado (*Lactarius* spp.), oreja (*Russula brevipes*), corneta (*Gomphus* spp.), flor de calabaza (*Cantharellus cibarius*), ternerita (*Lycoperdon* spp.), pipilas (*Agaricus* spp.), mantecadas (*Amani-*

*ta novinupta*). En verano recolectan hongos de viento: tejamanilero (*Clitocybe* spp.), patita de pájaro (*Ramaria* spp.) y gachupín (*Helvella* spp.). Por último identifican los que cierran el ciclo de otoño-invierno, como son las mazorcas (*Morchella* spp.).

El conocimiento tradicional desde la interpretación de las estaciones, son clasificados como hongos de agua, de aire, humedad y de hielo. Los catalogan por su forma, color, olor, sabor (como dulces, amargos y picosos). Esto evidencia la fenología relacionada con factores abióticos de cada una de las especies, la práctica empírica de la taxonomía y la clasificación comestible local de dichas especies.

El tercer grupo está relacionado con la forma de recolección. Primero hombres y mujeres se limpian con herbáceas olorosas y se santiguan para entrar al bosque con el propósito de tener suerte en la recolección, pero sobre todo piden permiso al bosque para hacer uso de los recursos naturales. En el momento de extraer el hongo del suelo, tienen cuidado de no extraer la raíz (micelio), para esto, lo cortan con cuchillo, evitan soplarlo, lo sacuden en el suelo para que el próximo año salga de nuevo, y se limpian las manos en el musgo o en las herbáceas cercanas en donde se encontró el hongo. Esta forma de recolección propicia la propagación de esporas y garantiza la formación de micelios en su nicho y facilita la ubicación de los hongos para el próximo ciclo de recolección. Además se evidencia, que conocen sobre la fructificación del micelio, por lo que cuidan de no extraerlo.

El cuarto grupo del conocimiento tradicional está relacionado con la deshidratación de

hongos para los tiempos de secas. Se eligen ejemplares adultos de la temporada de verano (aire)-invierno (hielo), deben ser hongos en buenas condiciones. Los unen con hilo y aguja de la parte del estípite en forma de collar y los cuelgan en un lugar ventilado y sombreado. Los consumen en tiempos de invierno y primavera o cuando en el campo no hay recursos comestibles disponibles. Esto representa una medida de seguridad alimentaria mediante el uso de recursos locales silvestres.

El último grupo del conocimiento tradicional está relacionada con las creencias, leyes y tabúes de la gente local. Reconocen que el bosque es el proveedor de la vida, porque genera humedad, abastece a los ojos de agua y proporciona comida natural (plantas, hongos y fauna). Una de las leyes que han observado es que “si hay bosque hay hongos” (esto tiene que ver con la micorrización en el ecosistema forestal). Otra ley para ellos es que “los hongos cambian de lugar o se pierden cuando no se tiene cuidado en recolectarlos”, por ejemplo: cuando los hongos no son sacudidos en el lugar en donde se encontraron. Uno de sus principios ecológicos es evitar la deforestación y tránsito masivo, porque argumentan que “la tala masiva es una forma de mutilar a la madre naturaleza, y ésta va muriendo lentamente, a esto se suma el tránsito humano continuo, para esto hay fechas específicas del año para ir al bosque”. Una ley más es que “en donde hay víboras hay hongos y algunos tienen sus caminos, sólo hay que seguirlos”. La presencia de reptiles es un excelente indicador para medir la biodiversidad del lugar. Ellos consideran tabú que el bosque es sagrado y se le debe pedir permiso para hacer uso de la riqueza natural. Además, las mujeres en estado de

fertilidad no pueden entrar al bosque. Otro de sus principales principios ecológicos es conservar la madre naturaleza para garantizar la continuidad de la vida sobre la faz de la tierra.

### **Contexto de los recolectores de hongos.**

Tienen una edad promedio entre 30 y 45 años de experiencia de conocer el bosque y el hábitat de los hongos, el más longevo es de 85 años con una experiencia de 75. Aprendieron a conocerlos y recolectarlos por un familiar cercano. Algunos recolectores poseen el conocimiento ecológico tradicional del hábitat de los hongos; lo denominan como parajes. Los consideran como únicos y no son compartidos o revelados. Mencionaron que la mayoría de los hábitats (parajes) han desaparecido, principalmente por las actividades relacionadas con la tala del bosque, el tránsito de personas, el pastoreo y la ausencia de humedad en el bosque. Este sector de la población realiza otras actividades del sector primario como es el cultivo del maíz, tienen animales de traspatio y venden hongos para complementar su ingreso familiar. Además de emplearse temporalmente en sectores secundario y de servicios.

### **Factor socioeconómico: probabilidad 1.**

La recolección de hongos fue identificada como una actividad económica alterna y complementaria de actividades primarias y secundarias. Dicha actividad permitió el registro de 18 categorías que describen el aspecto socioeconómico de los hongos (tabla 1). De estas seis categorías se explica la vulnerabilidad de los hongos con un nivel de confianza de 95% (tabla 2).

El 61% de la población recolectora es gente que no sabe ni leer ni escribir y sólo el 30%

**Tabla 2.** Factor socioeconómico y sus categorías críticas que comprometen la continuidad de los hongos.

<b>Categoría</b>	<b>B</b>	<b>E.T.</b>	<b>Wald</b>	<b>gl</b>	<b>Sig.</b>	<b>Exp(B)</b>
Género	1.465	0.716	4.179	1	0.041	4.326
Falta de estudios	1.227	0.563	4.744	1	0.029	3.411
Dieta	-1.038	0.458	5.133	1	0.023	0.354
Falta fuentes empleo	0.624	0.296	4.437	1	0.035	1.866
Años vendiendo hongos	0.039	0.020	3.804	1	0.049	1.040
Kilos recolectados a la semana	0.027	0.016	2.757	1	0.049	1.028
Constante	-3.132	2.230	1.973	1	0.160	0.044

estudió la primaria. Aspecto educativo que los limita a tener pocas oportunidades de un empleo en los sectores secundario y terciario. Por lo general, se emplean como peones en actividades agropecuarias, en construcciones como albañiles y en trabajos domésticos. Además practican el comercio de recursos silvestres (quelites, tierra de monte, perilla, musgo, plantas medicinales y culinarias) y recursos cultivados (papas, habas, elotes y plantas culinarias). El 63% de los recolectores cultivan maíz, haba, avena y trigo. Actividades que son complementadas con la crianza de vacas, borregos, puercos, caballos, burros de carga, guajolotes y pollos.

Los hombres (tabla 2) son los que predominan en la recolección y son los responsables del ingreso familiar, pero ante la falta de oportunidades de empleo, la recolección es una alternativa de empleo temporal. De esta manera, el cumplimiento de esta responsabilidad influye sobre la cantidad extraída de hongos por semana, determinando así su vulnerabilidad. El promedio de hongos que recolectan es de 9 kilos por día, el promedio de días que colectan es de tres, multiplicando esta cifra por el número total de 65 recolec-

tores da un total de 1 755 kilos de hongos recolectados a la semana. Son vendidos en los tianguis de los pueblos aledaños a la zona natural protegida, en la ciudad de Toluca y en la Ciudad de México. Dicha actividad ha sido desarrollada por los recolectores en un promedio de 25 años.

Durante la temporada de venta de hongos comestibles silvestres, los recolectores obtienen un ingreso del 40% en comparación con su ingreso anual, el cual es destinado para gastos familiares y como ahorro. La dieta resultó significativa (crítica); debido a que 95% de los hongos recolectados son para venta. Son adquiridos en los tianguis por su sabor único en combinación con carne de puerco, queso, chile guajillo, etc. y que forman parte de platillos de la cocina mexicana.

De las categorías de la tabla 2 sólo cuatro son predictivas. Al sustituir el valor de significancia del género en la fórmula 1 (regresión logística) primero con la participación de la mujer representada con el valor 0, predice 16% de vulnerabilidad o degradación del recurso hongo, al sustituir la intervención del hombre (1) arroja como resultado 45%

de la probabilidad de disminución de los hongos comestibles y la participación de ambos en la colecta influyen 77%. Esta situación se agrava 95% a falta de estudios (considerando la escala más alta de 5) por parte de ambos géneros. Y se puede agudizar 99% a falta de fuentes de empleo. El promedio de hongos cosechados a la semana es de 27 kilos, en caso de que se incremente la recolección a dos veces más de lo que se recolecta actualmente, se predice su vulnerabilidad 90%.

**Factor antrópico:** probabilidad 2. Las variables: tala de árboles, actividad extractiva de recursos forestales no maderables y

disminución de la materia orgánica son actividades antrópicas que han contribuido en la disminución de 36 especies silvestres (tabla 1). Con la disminución de dichas especies se ha incrementado la fragmentación del hábitat de los hongos 95%, porque 14 especies (tabla 3 y 4) distribuidas en forma de vida orgánica como árboles, arbustos, pastos, herbáceas y musgo han disminuido en nivel muy alto (5), por lo que se deduce que está bajo presión a incrementarse la vulnerabilidad del hábitat de los hongos.

Actores externos al poblado de San Antonio Acahualco extraen recursos forestales de una forma legal e ilegal. Los árboles

**Tabla 3.** Categorías críticas del factor antrópico que encausan la vulnerabilidad de hongos comestibles silvestres.

<b>Categoría</b>	<b>B</b>	<b>E.T.</b>	<b>Wald</b>	<b>Gl</b>	<b>Sig.</b>	<b>Exp(B)</b>
árboles maduros	-0.764	0.389	3.853	1	0.049	0.466
oyamel	-1.234	0.629	3.843	1	0.049	0.291
ocote	1.121	0.610	3.375	1	0.050	3.069
constante	4.251	1.886	5.080	1	0.024	70.159
musgo	0.654	0.290	5.098	1	0.024	1.924
hierba de chivo	-0.569	0.214	7.080	1	0.008	0.566
hojarasca	0.982	0.519	3.586	1	0.049	2.671
saramuta	-0.907	0.494	3.373	1	0.049	0.404
paloma	-1.087	0.414	6.906	1	0.009	0.337
perlilla	0.933	0.410	5.192	1	0.023	2.543
Constante	4.251	1.886	5.080	1	0.024	70.159

**Tabla 4.** Disminución de la materia orgánica como categorías críticas del factor antrópico.

<b>Categoría</b>	<b>B</b>	<b>E.T.</b>	<b>Wald</b>	<b>Gl</b>	<b>Sig.</b>	<b>Exp(B)</b>
zacatón	1.761	0.819	4.617	1	0.032	5.816
ocozchatl	-2.183	0.927	5.543	1	0.019	0.113
quelite de venado	-5.266	2.217	5.639	1	0.018	0.005
juanipil	4.454	2.168	4.220	1	0.040	85.933
pasto local	-2.002	0.834	5.763	1	0.016	0.135
Constante	19.986	7.893	6.412	1	0.011	4.785E8

maduros y el oyamel (*Abies religiosa*) son los que más derriban, seguido por el ocote (*Pinus* sp.), tabla 3. Sin embargo, solamente con la tala del ocote (tomando la escala más alta de 5) se predice 99% la disminución de la producción natural de los hongos comestibles.

Las personas que poseen el conocimiento tradicional señalaron que los árboles ofrecen a los hongos sombra y humedad, los arbustos y las hierbas “son la cobija del hongo y si éstos disminuyen, unos dejan de salir relativamente y otros en definitiva ya no salen”. En cuanto a la hierba del chivo (*Cosmos* sp.) estadísticamente es significativa y es recolectada para preparar agua de tiempo y como saborizante en leche bronca, pero su disminución también está afectando la reproducción del hongo, seguida por la paloma, ya que ésta es extraída para hacer las varas del cohete artesanal, la perlilla (*Symphoricarpos microphyllus*) es utilizada para hacer escobas para barrer la vía pública, además se utiliza para hacer arreglos navideños, en este arbusto algunas veces se encuentran la *Morchella* spp. La extracción del musgo también influye en la vulnerabilidad del hongo, este recurso “es extraído, en forma de pacas, desde el mes de noviembre para hacer los nacimientos del Niño Dios, por lo tanto, no sólo se llevan la semilla de los hongos, sino también árboles pequeños y otras semillas”. La hojarasca junto con la tierra de monte es extraída para ser vendida como abono para jardines. La saramuta (*Trisetum virletii*) es un tipo de forraje silvestre que comen los rumiantes que son pastoreados dentro del bosque (tabla 3).

Una vez que se aplicó la fórmula 1 se identificó que la extracción de musgo, hojarasca

y perlilla predicen 98% de la disminución reproductiva natural de los hongos comestibles, debido que el musgo es un indicador de diversidad y la literatura reporta que la existencia de éstos dentro de un ecosistema se caracteriza porque su hábitat es diverso, determinado por variables ecológicas como es, humedad, sombra y temperatura. La hojarasca y celulosa forman el sustrato básicos para los hongos degradadores de materia orgánica (saprobios). En cuanto a la perlilla puede ser que sea una planta hospedera por lo que más adelante sería importante realizar estudios entre *Symphoricarpos microphyllus* y cepas de hongos ectomicorrícicos para saber si hay una simbiosis.

El 90% de los informantes clave aseguran que las praderas y el bosque están disminuyendo para convertirse en tierras agrícolas y con esto el agotamiento de flora y fauna, por ejemplo, entre la frontera del bosque y el pasto local se encuentran la *Amanita* spp., así como *Bovista* aff. *aestivalis*, *Lycoperdon perlatum*, *Lycoperdon pyriforme* y *Vascellum* aff. *pratense* pero cada año disminuye su población.

También el quelite de venado (*Claytonia perfoliata*) (tabla 4) ha disminuido dentro del bosque; es una herbácea comestible para los habitantes de la comunidad de San Antonio Acahualco y estadísticamente explica que su disminución afecta la producción natural de los hongos. El ocozchatl (acículas secas de los pinos) es extraído como combustible, para camas de aves, para rellenar coronas de difunto, estrellas y herrajes para casamiento. En cuanto a las raíces del zacatón (*Muhlenbergia macroura*), por ser una fibra natural resistente, la emplean para hacer escobetas, es un utensilio de cocina; y es utilizada

para lavar trastes, además sus ramas son también utilizadas para rellenar herrajes, para camas de aves, así como, para la elaboración de adobes y algunas veces, en éste, se encuentra *Cantharellus cibarius*. El juanipil es una planta medicinal (para el dolor de caballo). Estadísticamente, la disminución de estas especies predicen 95% la fragilidad de la reproducción natural de los hongos (tabla 4).

La fórmula 1 de regresión evidencia que con la extracción del zacatón, ocozchatl, juanipil y pasto nativo predicen 99% la disminución reproductiva natural de los hongos en su hábitat.

En la variable “Efectos de la ruralización” (tabla 1) se registraron 13 categorías, siete de éstas son estadísticamente significativas (tabla 5), es decir, la transformación del bosque para uso agrícola acompañado por la demanda de suelo para vivienda por parte de la población de San Antonio Acahualco, los días de campo y la generación de basura por parte de los habitantes de comunidades aledañas al ex Parque Nacional Nevado de Toluca y de la Zona Metropolitana de la ciudad de Toluca, la presencia de carre-

teras, brechas y el incremento del tránsito de personas predicen 95% la disminución natural de los hongos.

Al sustituir la fórmula de regresión logística; a la categoría basura se le asignó el impacto bajo (2) prediciendo 98% la disminución de la producción natural de los hongos. Para la categoría de cambio de bosque a vivienda al sustituir la escala bajo (2) predice 98%. La creación de brechas al sustituir bajo (2) predice 99%. La creación de carreteras al sustituir medio (3) la predicción es de 98% y sólo sustituyendo el valor muy alto (5) para los días de campo predice 96%. Lo que significa que el bosque está siendo perturbando principalmente por la cercanía a la Zona Metropolitana de la ciudad de Toluca, lo que implica la demanda de suelo para uso habitacional, la creación de vías de comunicación, así como la demanda de espacios de recreación y, como la zona protegida está cerca, ésta se convierte en una alternativa para la recreación y descanso, pero dicha actividad genera basura y perturbación del hábitat de recursos forestales no maderables, como son los hongos.

**Tabla 5.** Efectos de la ruralización y sus categorías críticas.

<b>Categoría</b>	<b>B</b>	<b>E.T.</b>	<b>Wald</b>	<b>Gl</b>	<b>Sig.</b>	<b>Exp(B)</b>
Basura	0.741	0.588	1.591	1	0.050	2.098
Incremento del tránsito de personas por el bosque	-1.154	0.567	4.141	1	0.042	0.315
Cambio de bosque a uso agrícola	-1.735	0.663	6.841	1	0.009	0.176
Cambio de bosque a uso rural	1.457	0.617	5.585	1	0.018	4.294
Brechas	0.934	0.412	5.129	1	0.024	2.544
Carreteras	1.069	0.508	4.429	1	0.035	2.912
Días de campo	1.504	0.644	5.454	1	0.020	4.502
Constante	-5.637	2.849	3.915	1	0.048	0.004

Recapitulando, en el factor antrópico se registraron cuatro variables: tala de árboles, extracción de recursos forestales no maderables, disminución de la materia orgánica y efectos de ruralización, de éstas, 21 de sus categorías resultaron ser significativas, las cuales explican el promedio de nivel de confianza de 95% de que los hongos comestibles silvestres tiendan a presentar una disminución de su población en el ejido de San Antonio Acahualco. Y de éstas sólo trece categorías son predictivas, las cuales son prioritarias para el diseño de estrategias de restauración del hábitat de los hongos y del ecosistema.

**Factor socioterritorial:** probabilidad 3. Las viables que se midieron fue la localización del bosque y la actitud de respuesta de agentes internos y externos para explicar probabilísticamente la fragmentación del hábitat de los hongos. La presencia de medios de transporte y el tránsito dentro del bosque como son los talamontes, extractores de recursos forestales no maderables, el

pastoreo y la presencia de turistas de fin de semana determinan la compactación del suelo y con esto la erosión de la biodiversidad local 95%. Las actividades que se desarrollan dentro del ejido influyen en la vulnerabilidad de la producción natural de hongos (tabla 6). Otro aspecto a resaltar es que el área natural protegida es la panacea de todos aquellos que lucran con los recursos naturales, por lo tanto, la sustentabilidad y el patrimonio natural del bosque no son valorados ecológicamente, principalmente por parte de agentes externos. Ya que para los recolectores y los habitantes de San Antonio Acahualco el bosque es parte de su bienestar, pero no hay evidencias del empoderamiento de los recursos útiles del ejido, porque predomina la cosmogonía de que la riqueza natural es un bien común.

Las categorías: medio de transporte, bienestar familiar, actitud de respuesta y hongos/agentes externos al sustituir la escala bajo (2) predice 98% de vulnerabilidad en la producción natural de los hongos

**Tabla 6.** Categorías críticas del factor socioterritorial que fomentan la vulnerabilidad del hábitat de los hongos.

Categoría	B	E.T.	Wald	Gl	Sig.	Exp(B)
Medio transporte	1.015	0.549	3.420	1	0.049	2.759
Tránsito dentro del bosque	0.058	0.032	3.280	1	0.049	1.060
Bienestar familiar	0.973	0.531	3.357	1	0.049	2.646
Actitud de respuesta	1.066	0.546	3.809	1	0.049	2.904
Los hongos no son importantes para los agentes externos	0.882	0.417	4.474	1	0.034	2.415
Indiferencia por la riqueza natural por parte de agentes externos	-1.563	0.759	4.239	1	0.040	0.209
Constante	-4.790	3.960	1.463	1	0.226	0.008



(fórmula 1). Los hongos representan una fuente importante de ingresos además de ser parte de la alimentación de las familias recolectoras de hongos, pero al perderse este recurso, estas familias serán las principales afectadas, pero sobre todo se está alterando el funcionamiento del ecosistema forestal del ejido de San Antonio Acahualco y la pérdida de beneficios ecológicos y visuales, como es el paisaje natural.

**Factor natural:** probabilidad 4. Se registró la variable ambiental con siete categorías; de éstas, tres resultaron ser estadísticamente significativas (tabla 7). Además con la presencia de 33 categorías críticas, de los factores antrópico, socioterritorial y socioeconómico, el bosque de Acahualco presenta una considerable perturbación. El proceso de transformación del territorio es parte de las formas de intervención del hombre sobre el ecosistema forestal. La sucesión natural de comunidades ecológicas depende de cada una de las actividades antrópicas materializadas en el medio ambiente.

Las categorías sequía y plagas al sustituir la escala medio (3) predicen 92% y 95%, respectivamente, la vulnerabilidad de la producción natural de hongos comestibles,

(fórmula 1). Mientras la falta de humedad predice 99%. Lo que significa que estadísticamente en la zona ha dejado de llover en cantidad en comparación con años pasados, además con la ausencia de la humedad hay menos biomasa vegetal, lo que significa la perturbación del bosque del ejido de San Antonio Acahualco está en un nivel muy alto de riesgo.

Recapitulado, el hábitat de los hongos comestibles silvestres es vulnerado por 80 categorías de presión (tabla 1) identificadas por el conocimiento tradicional, 36 de éstas son estadísticamente significativas (tablas: 2-7). De éstas últimas 22 son explicativas y predictivas. Las categorías explicativas y predictivas son indicadoras de la fragmentación del ecosistema forestal del ejido. Además éstas incrementan los costos ecológicos para el área natural protegida, sin olvidar el costo cultural. Los hongos son parte del tesoro culinario de los primeros habitantes de la región; en la actualidad es parte de la herencia culinaria diversificada y nutritiva para la población de San Antonio Acahualco.

El índice de la importancia cultural de hongos comestibles silvestres y su relación con categorías socioeconómicas. En el tianguis

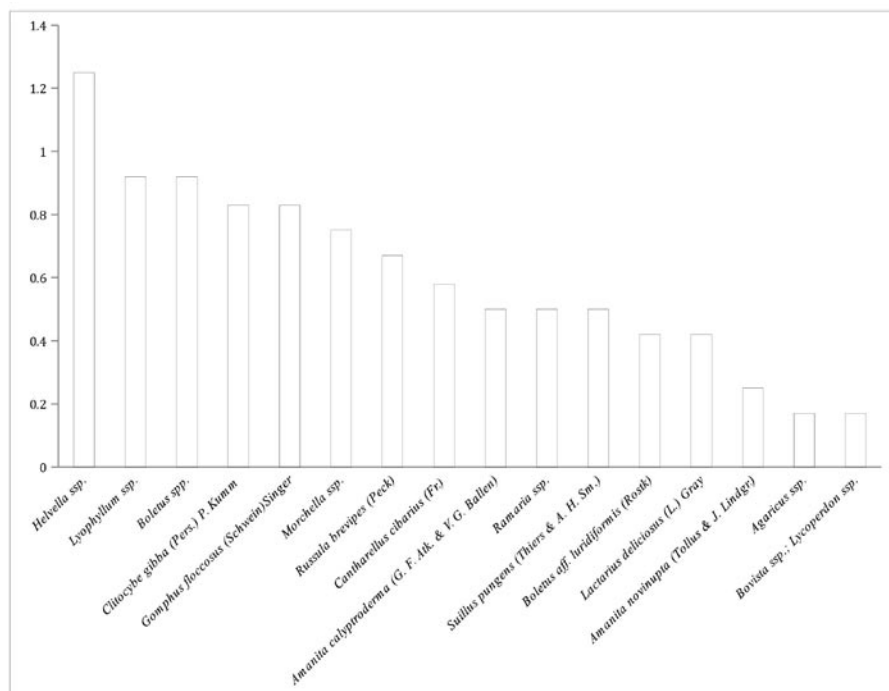
**Tabla 7.** Categorías críticas del factor natural que provocan la vulnerabilidad de hongos comestibles silvestres.

Categoría	B	E.T.	Wald	Gl	Sig.	Exp(B)
Sequía	0.899	0.563	2.545	1	0.049	2.457
Falta de humedad	1.580	0.677	5.450	1	0.020	4.854
Plagas	0.825	0.427	3.739	1	0.049	2.283
Constante	-10.997	4.111	7.156	1	0.007	0.000

de Acahualco se comercializan 50 especies aproximadamente, de éstas se identificaron 16 especies de importancia cultural (gráfica 1) las personas que poseen el conocimiento tradicional sólo los recolectan para incorporarlos a su dieta, pero los recolectores recolectan todas las especies comestibles que conocen para vender. Esta actividad es un indicador para evaluar la vulnerabilidad de los hongos dentro del ejido (bosque); cuando es su temporada, los recolectores los buscan en un promedio de 90 días. A la pancita (*Boletus* spp.) le dedican más tiempo, se registró un promedio de 100 días de recolección (tabla 8). La preferencia es otra categoría significativa, en cuanto a que,

11 especies son consumidas por tradición y por su sabor en diferentes platillos en combinación con carne de puerco, pescado, queso, huevo y habas secas.

El conocimiento tradicional clasifica a los hongos comestibles por características fenológicas: se mencionó a los hongos de agua, de verano y de hielo. Por su consistencia lo llaman hongo de palo. Por su sabor pueden ser dulces, babosos y amargos. Cada uno de los hongos tiene su particularidad al cocinarlos. La acumulación de información etnomicológica de milenios es útil en la alimentación y es un indicador biocultural.



Gráfica 1. Especies y su importancia cultural.

Tabla 8. Categorías socioeconómicas relacionadas con la disminución de hongos comestibles.

Especie	Nombre común	Categoría	B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
<i>Lyophyllum</i> spp.	clavito	preferencia	-1.987	0.690	8.290	1	0.004	0.137
<i>Boletus</i> spp	pancita	recolección/día	-0.020	0.009	4.783	1	0.029	0.980
<i>Lactarius deliciosus</i> (L.) Gray		lugar/venta	0.394	0.136	8.379	1	0.004	1.483
<i>Russula brevipes</i> Peck	enchilado	preferencia	-0.746	0.289	6.638	1	0.010	0.474
<i>Gomphus floccosus</i> Schwein Singer	oreja	lugar/venta	0.260	0.122	4.552	1	0.033	1.297
<i>Ramaria</i> spp.	corneta	lugar/venta	0.296	0.118	6.290	1	0.012	1.344
<i>Clitocybe gibba</i> (Pers.) P. Kumm	patita de pájaro	preferencia	-0.791	0.299	6.995	1	0.008	0.453
<i>Amanita calyptoderma</i> G. F. Atk. & V. G. Ballen	tejamanilero	lugar/venta	0.296	0.118	6.290	1	0.012	1.344
	tecomate	lugar/venta	0.279	0.115	5.885	1	0.015	1.322
<i>Amanita novinipta</i> Tollus & J. Lindgr.	mantecada	preferencia	-1.003	0.364	7.604	1	0.006	0.367
		precio/kilo	0.045	0.019	5.643	1	0.018	1.046
<i>Suillus pungens</i> Thiers & A. H. Sm.	viejitas	preferencia	-0.725	0.308	5.545	1	0.019	0.484
		lugar/venta	0.261	0.121	4.672	1	0.031	1.298
<i>Hebella</i> spp.	gachupín	preferencia	-0.611	0.302	4.090	1	0.043	0.543
		precio/kilo	0.028	0.013	4.718	1	0.030	1.029
<i>Cantharellus cibarius</i> Fr.	amarillo	preferencia	-0.731	0.274	7.123	1	0.008	0.482
<i>Bovista</i> spp.; <i>Lycoperdon</i> spp.	ternerita	preferencia	-0.718	0.305	5.548	1	0.019	0.488
		lugar/venta	0.252	0.120	4.432	1	0.035	1.286
<i>Boletus</i> aff. <i>luridiformis</i> Rostk	jalambo	preferencia	-0.744	0.273	7.432	1	0.006	0.475
<i>Agaricus</i> spp.	pilipa	preferencia	-0.960	0.335	8.198	1	0.004	0.383
		precio/kilo	0.052	0.020	6.776	1	0.009	1.054
<i>Morchella</i> spp.	mazorca	preferencia	-1.147	0.514	4.976	1	0.026	0.318

El lugar de venta es otra de las categorías críticas para siete especies de importancia cultural (tabla 8), las cuales son vendidas en el tianguis de Acahualco, en los tianguis de pueblos circunvecinos, en la ciudad de Toluca y en la Ciudad de México. El precio para tres especies (oreja, mantecadas y gachupín) es significativo, ya que su valor comercial tiene un promedio de \$33 y en comparación con el precio promedio del resto de las especies (\$43); esto quiere decir, que entre más baratos sean los hongos, aumenta su preferencia o demanda y su vulnerabilidad. Las 16 especies de hongos de importancia cultural presentan una vulnerabilidad de 95% están siendo vulnerables por la preferencia, la cantidad de recolección diaria, el lugar de venta y el precio.

La falta de estudios y fuentes de empleo (factor socioeconómico) consolidan las actividades extractivas de los recursos forestales no maderables (factor antrópico). Categorías prioritarias a considerar para diseñar alternativas de modos de vida, considerando la generación de ingresos a partir de actividades alternas para los recolectores de hongos y agentes externos, con el propósito de revertir la fragmentación ecológica que está sufriendo el ejido de Acahualco del área natural protegida.

Factor que más influye en la vulnerabilidad de los hongos comestibles silvestres. El factor antrópico con 21 categorías significativas probabilísticamente ejerce presión 48% en la producción natural de los hongos (tabla 9), pero quedaron categorías en el tinero y que en un futuro inmediato serán críticas, algunas de ellas son: disminución de encino, aile, madroño, troncos viejos, tabaquillo, trébol, torojil, hierbas, garrapattilla, espina de carrizo, jara, escoba china,

malvón, cantúes, jarrita morada y flor de espina, así como la erosión del suelo, incendios, contaminación y entubación de manantiales (tabla 1), cada una de éstas forman parte de una probabilidad desconocida en relación a la fragmentación del hábitat de los hongos comestibles, por lo que sería importante monitorear hasta qué punto se pueden convertir en significativas y predictivas. El factor socioeconómico con tan sólo seis categorías contribuye a la vulnerabilidad de los hongos comestibles silvestres 36% (fórmula 1). Las primeras seis especies de la tabla 9 de importancia cultural están bajo presión o están siendo vulneradas por los cuatro factores por encima del 50% (fórmula 2).

Cada uno de estos factores y sus categorías incrementan los costos ecológicos del ecosistema forestal del ejido. Los modelos teóricos y prácticas tradicionales sustentables deben tomar en cuenta la información de la tabla 1, 8 y 9 para diseñar estrategias de restauración del ex Parque Nacional Nevado de Toluca; es decir, se debe reconsiderar cada una de las categorías que se relacionen con las características originales del ecosistema local o por lo menos que permitan la sucesión ecológica actual.

## DISCUSIÓN

Son numerosos los factores que condicionan la presencia y fructificación de hongos; son factores no aislados, interactúan y están relacionados entre ellos. Se trata, tanto de factores bióticos, abióticos y antrópicos (Martínez, 2008 y Pickles *et al.*, 2012). En la presente investigación sólo se abordó el antrópico y fue desarrollado en cuatro factores que se relacionan con las diferentes formas de interacción del ser humano con

**Tabla 9.** Factores que ejercen presión en la vulnerabilidad de especies de importancia cultural.

<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>P(d) = Antrópico 0.48</b>	<b>P(d) = Socioeconómico 0.36</b>	<b>P(d) = Socioterritorial 0.09</b>	<b>P(d) = Natural 0.07</b>
<i>Russula brevipes</i>	oreja	0.92	0.92	0.92	0.91
<i>Boletus</i> spp	pancita	0.79	0.79	0.79	0.79
<i>Gomphus floccosus</i>	corneta	0.74	0.74	0.74	0.74
<i>Clitocybe gibba</i>	tejamanilero	0.74	0.74	0.74	0.74
<i>Amanita</i> grupo <i>calyptroderma</i>	tecomate	0.73	0.73	0.73	0.73
<i>Helvella</i> spp.	gachupín	0.61	0.61	0.61	0.61
<i>Lactarius deliciosus</i>	enchilado	0.41	0.41	0.41	0.41
<i>Cantharellus</i> <i>cibarius</i>	amarillo	0.36	0.36	0.37	0.36
<i>Morchella</i> spp.	mazorca	0.32	0.32	0.31	0.31
<i>Lycoperdon</i> spp..	ternerita	0.30	0.29	0.30	0.30
<i>Bovista</i> spp.	viejitas	0.29	0.29	0.29	0.29
<i>Suillus pungens</i>	clavito	0.19	0.19	0.19	0.19
<i>Lyophyllum</i> spp.	patita de pájaro	0.17	0.17	0.17	0.17
<i>Ramaria</i> spp.	jalambo	0.14	0.14	0.14	0.14
<i>Boletus</i> aff. <i>luridiformis</i>	pipila	0.12	0.13	0.12	0.13
<i>Agaricus</i> spp.					

el ecosistema forestal. La reproducción natural de los hongos dentro del ejido de Acahualco está siendo comprometida por la asociación entretejida de categorías de factores natural, antrópico, socioterritorial y socioeconómico.

La regresión logística permitió relacionar las categorías críticas, por ejemplo, el consumo (dieta) de hongos silvestres en la temporada se ha consolidado a través del lugar de venta, pero también ha permitido el reconocimiento y preferencia de ciertas especies. El origen de estas categorías es consecuencia de una o más categorías; en este caso, la falta de fuentes de empleo, por lo que, la recolección y venta de hongos es una alternativa de generación de ingresos. Los hombres son los que predominan en la recolección y las mujeres en la comercialización, porque es una actividad desgastante, tienen que caminar dentro del bosque un promedio de 30 km durante el día para recolectar un promedio 10 kilos de hongos.

Gerez y Purata (2008) reportan que la gente que comercializa los recursos forestales no maderables debe ir más lejos para encontrarlos y su precio se incrementa, además extraen todo lo que encuentran hasta agotarlos. A pesar de que los hongos silvestres representan una alternativa para la conservación de los bosques por su función ecológica, así como su potencial alimenticio y sus usos culturales en las zonas rurales (Zamora, 2007, Jinlong *et al.*, 2012) éstos están siendo perturbados o vulnerados por la reducción de zonas boscosas (Zamora, 2007).

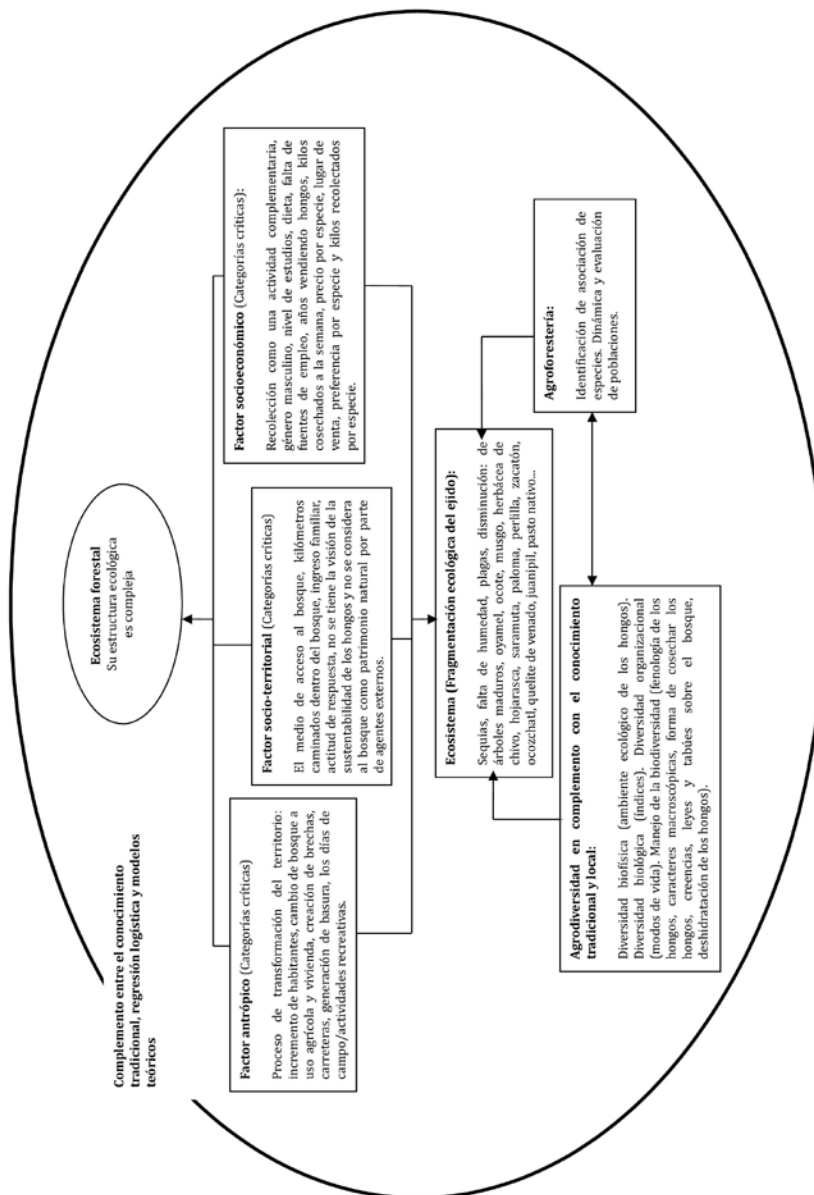
En relación con el factor antrópico, las categorías estadísticamente significativas son: la extracción de árboles, arbustos, herbáceas y musgo; esta briofita es considerada como

posible estimadora de la biodiversidad local, ya que su presencia se asocia a la riqueza de plantas vesiculares, hongos, líquenes, insectos y aves (Frego, 2007) y con su extracción se está exponiendo la biodiversidad de la zona, así como el desarrollo de micorrizas vesículo-arbusculares son especialmente comunes entre herbáceas, arbustos y de algunos árboles de la zona templada (Martínez, 2008).

La literatura ha reportado que a mayor diversidad de plantas mayor diversidad de macromicetos; además especies forestales han evolucionado durante milenios para sobrevivir en su hábitat, y su eliminación podría tener un fuerte impacto en el camino evolutivo de los ecosistemas forestales (Kiehn, 2004; Villarruel-Ordaz y Cifuentes, 2007).

El conocimiento tradicional, por una parte, señaló cuales son las categorías que están ejerciendo presión en el hábitat de los hongos comestibles silvestres, y por otra parte permitió establecer el complemento entre prácticas sustentables de origen tradicional y que deben ser contempladas en modelos teóricos para revertir la vulnerabilidad del hábitat de los hongos (fig. 2).

En el ejido de San Antonio Acahualco se debe gestionar la agrobiodiversidad como una alternativa para amortiguar la degradación del ecosistema forestal, ya que los bosques maduros/antiguos son esenciales para la conservación de la biodiversidad local (Jinlong *et al.*, 2012); por lo tanto, para las áreas fragmentadas del ejido se debe gestionar la regeneración o sucesión ecológica. Y la agrobiodiversidad se practicaría en las milpas del ejido (1747 ha) por medio del cultivo del maíz en asociación



**Fig. 2.** Aportaciones del conocimiento tradicional: identificación de categorías que originan la vulnerabilidad de hongos y alternativa de revertir las presiones.

con otras especies comestibles tradicionales como son las habas, frijoles, calabaza y trigo. La organización del trabajo familiar es básica para el aprovechamiento de quelites, plantas medicinales y el resto de herbáceas localizadas en las milpas, así como el desarrollo de labores que requieren los cultivos. Tenemos la aportación de otras culturas, que la organización familiar, es un modo de vida; es decir, en la primavera, los aldeanos de Yi (China) hacen humo con hierba y arbustos permanentemente en las parcelas para combatir plagas; y las mujeres se dedican a juntar ramas y hojas tiernas (arvenses y arbustos) y agujas de pinos caídas, posteriormente las mezclan con estiércol de animales domésticos para nutrir los cultivos (Jinlong, *et al.*, 2012).

La agroforestería se estaría habilitando en la periferia de las milpas con el cultivo de árboles útiles (frutales, forrajeros, maderables, de resina, ornamentales, combustibles) nativos de la región, así como nopales y plantas medicinales. Además, éstos pueden funcionar como cortinas, cercas vivas y como generadoras de microclimas para los cultivos. Una de las experiencias de la agroforestería tradicional en Yunnan (China) son: el control activo de plagas, incendios, podas, corte selectivo adelgazamiento para mejorar la ordenación del crecimiento forestal; cultivo de plantas medicinales de bajo del dosel del bosque para diversificar la producción y rotación de cultivos (Liang *et al.*, 2009).

El complemento entre la agroforestería y agrobiodiversidad también está siendo retomada para la periferia urbana de la meseta de Santa Clara en el centro de Coimbra (Portugal); porque se ha mantenido el modelo de uso agrícola y forestal; esto ha dado

lugar a la creación y el dominio espacial de ecosistemas forestales secundarios (Barrico *et al.*, 2012). Otro caso particular es Abruzzo, centro de Italia, donde hay cambios de uso agrícola, en pendientes pronunciadas a bosque (Corona *et al.*, 2008). Los ecotonos, frontera entre el área agrícola intensiva y el bosque son un medio para conservar la biodiversidad, además son una alternativa para enfrentar la pobreza en una forma comunitaria e institucional (Bawa *et al.*, 2007).

La integración de la agrobiodiversidad, agroforestería, prácticas tradicionales sustentables y políticas integrales de conservación de la biodiversidad para las zonas fragmentadas requieren de la interacción de múltiples actores, modos de vida y niveles de gobiernos auténticos (López-Medellín *et al.*, 2011 y Nilsson, 2012). Así como la identificación de la distribución geográfica de especies útiles y la caracterización precisa de requerimiento de su hábitat (Vimal *et al.*, 2012). Se debe partir del conocimiento tradicional sin dejar de atender a factores abióticos y bióticos que permiten la conservación de la biodiversidad. El incremento del CO<sub>2</sub> atmosférico, el aumento de temperaturas, la pérdida de nutrientes, la fragmentación ecológica y la pérdida de la biodiversidad son factores a estudiar ante las estrategias de restauración y conservación de ecosistemas naturales (Pickles *et al.*, 2012).

La presente investigación aportó información clave para el estudio de la perturbación del hábitat de los hongos; determinada por 80 categorías de carácter socioeconómico, antrópico y socioterritorial, de éstas, 36 son significativas. Cada una de estas categorías han contribuido en la alteración del ecosistema forestal, por lo que éste debe



ser analizado desde la teoría de redes, pero también como un complejo adaptativo ante la interacción de los diferentes factores de presión (Pickles *et al.*, 2012). Todo esto en aras de tomar decisiones en la elaboración, ejecución, evaluación y retroalimentación de planes de manejo y monitoreo de los hongos comestibles silvestres; con el propósito de conservar y restaurar el ecosistema forestal del área natural protegida.

## CONCLUSIONES

El ecosistema forestal del ejido de San Antonio Acahualco está fragmentado, además por milenios ha sido parte del bienestar de la población local, porque se ha evidenciado la existencia del conocimiento ancestral de la etnia otomí a través del registro etnomicológico y el índice de importancia cultural de especies comestibles. El conocimiento tradicional evidenció hechos antrópicos que están perturbando el ecosistema forestal, que va desde la identificación de factores con sus variables y categorías (tabla 1). Dicha información fue la base para el diseño de un cuestionario con preguntas codificadas y abiertas. El cuestionario fue la base para identificar las categorías que están exponiendo a vulnerabilidad el hábitat de hongos comestibles. Las categorías prioritarias fueron discernidas a través de la regresión logística para identificar las más significativas y son la clave para diseñar medidas de conservación del hábitat de los hongos. La vulnerabilidad como herramienta analítica sirvió para explicar el bienestar de la población a partir del conocimiento ecológico tradicional. Posteriormente se determinó la predicción y proporción de cada uno de los factores aplicando la regresión logística para identificar cuál el que más está vulnerando el

ecosistema, con el propósito de establecer medidas emergentes de restauración y conservación del ecosistema forestal. La población que posee el conocimiento tradicional y recolectores de hongos están preocupados por la disminución de hongos en cantidad y calidad dentro del ejido. Los futuros estudios deben analizar la problemática en sus complejidad. La presente investigación identificó y analizó las condiciones antrópicas que han estado rebasando los estándares del hábitat de los hongos comestibles, por lo que se propone bases para el diseño de una metodología en donde se evidencie factores, variables y categorías que fragmentan el ecosistema (fig. 2).

Una vez que se han identificado los factores con sus variables y sus categorías se debe proceder al diseño de estrategias de conservación, tomando en cuenta la población local, las personas que poseen el conocimiento tradicional, los recolectores de hongos, ejidatarios, autoridades, académicos y actores involucrados en la conservación de los ecosistemas naturales. El trabajo es arduo y las metas de conservación deben ser desafiantes ante la compleja fragmentación y agotamiento de la biodiversidad, tomando en cuenta que por milenios ha sido la base del bienestar de la población local. La agrobiodiversidad y la agroforestería pueden ser una alternativa en la generación de alimentos, empleos e ingresos. Dichas actividades productivas funcionarían como un amortiguamiento para la extracción y venta de hongos comestibles silvestres.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de la tesis doctoral de la primera autora, quien agradece el

apoyo de la Universidad Autónoma del Estado de México, del Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (beca 182656) de México. Así como la participación de habitantes y autoridades de la comunidad de San Antonio Acahualco por su paciencia y generosidad. A Carlos Galdino Martínez García por sus recomendaciones y observaciones en el diseño del cuestionario. Al Centro de Investigación de Recursos Bióticos: Cristina Burrola Aguilar, Moisés Pérez Tejocote, Yolanda Arana Gabriel e Hilda Guadalupe García Núñez por colaborar en la identificación de los nombres científicos de las 16 especies de hongos. A Beatriz Matías González por colaborar en la identificación de los nombres científicos de las plantas silvestres. Y a Elena Reyes López por sus acertadas observaciones y recomendaciones al documento.

### LITERATURA CITADA

- Barrico, L.; A.M. Azul, M.C. Morais, P.A. Coutinho, H. Freitas, y P. Castro, 2012. "Biodiversity in urban ecosystems: Plants and macromycetes as indicators for conservation planning in the city of Coimbra (Portugal)". *Landscape and Urban Planning*, **106**: 88-102.
- Bawa, K.S.; G. Joseph, y S. Setty, 2007. "Poverty, biodiversity and institutions in forest-agriculture ecotones in the Western Ghats and Eastern Himalaya ranges of India". *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **121**: 287-295.
- Britos, A.H.; A.H. Barchuk, y J.M. Fernández, 2011. "Patrones de Deforestación del Bosque Nativo bajo Manejo de Pequeños Productores Campesinos: ¿"Paisajes Sustentables"?". *RASA-DEP*, **2**(1): 1-16.
- Charnley, S.; F.A. Paige, y E.T. Jones, 2007. "Integrating traditional and local ecological knowledge into forest biodiversity conservation in the Pacific Northwest". *Forest Ecology and Management*, **246**: 14-28.
- Cifuentes-Blanco J.; R.M. Villegas, L. Pérez-Ramírez, 1986. "Hongos". Lot, A., y F. Chiang (Compiladores). *Manual de herbario*. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C., México.
- CONAPO, 2010. <http://www.conapo.gob.mx/> (Consultado en octubre de 2010)
- Corona, P.; P. Calvani, G.S. Mugnozza, y E. Pompei, 2008. "Modelling natural forest expansion on a landscape level by multinomial logistic regression". *Journal of the Societa Botanica Italiana*, **142**(3): 509-517.
- Cutter, S.L., 1996. "Vulnerability to environmental hazards". *Prog. Hum. Geogr.*, **20**: 529-539.
- Dewan-Tanvir, H., 2015. "Societal impacts and vulnerability to floods in Bangladesh and Nepal". *Weather and Climate Extremes*, **7**: 36-42.
- FAO, 2011. "Los bosques para una mejor nutrición y seguridad alimentaria". <http://www.fao.org/forestry>. Consultado en febrero de 2013.
- Field, A., 2000. "Discovering statistics using SPSS for windows". *SAGE*, Great Britain, 496 pp.

- Finetti, C., 2011. "Traditional knowledge and the patent system: Two worlds apart?". *World Patent Information*, **33**: 58-66.
- Frego, K.A., 2007. "Bryophytes as potential indicators of forest integrity". *Forest Ecology and Management*, **242**: 65-75.
- Galacgac, E.S., y C.M. Balisacan, 2009. "Traditional weather forecasting for sustainable agroforestry practices in Ilocos Norte Province, Philippines". *Forest Ecology and Management*, **257**: 2044-2053.
- Garibay-Orijel, R.; M. Martínez-Ramos, y J. Cifuentes, 2009. "Edible mushroom sporocarp availability in pine-oak forests in Ixtlán de Juárez, Oaxaca". *Rev. Mex. Biodiversidad*, **80**: 521-534.
- Gerez, P., y S.E. Purata, 2008. *Guía Práctica Forestal de Silvicultura Comunitaria*. SEMARNAT/CONAFOR/CCMSS. México, 73 pp.
- Gómez-Baggethun, E.; V. Reyes-García, P. Olsson, y C. Montes, 2012. "Traditional ecological knowledge and community resilience to environmental extremes: A case study in Doñana, SW Spain". *Global Environmental Change*, **22**: 640-650.
- González, D.S., S.M.A. León, D.J. Acostas, G.E. Pedroso, y M.C. Calderín, 2011. "The Deforestation of the Evergreen Forest in Soroa Candelaria". *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*, **64**(1): 5937-5947.
- Hernández, S.R., C.C. Fernández, y L.P. Baptista, 2010. *Metodología de la investigación*. 5ta. ed. Mc Graw Hill, México, 613 pp.
- Hiwasaki, L., E. Luna, y S.R. Syamsidik, 2014. "Process for integrating local and indigenous knowledge with science for hydro-meteorological disaster risk reduction". *International Journal of Disaster Risk Reduction*, **10**: 15-27.
- Jinlong, L.; Z. Renhua, y Z. Qiaoyun, 2012. "Traditional forest knowledge of the Yi people confronting policy reform and social changes in Yunnan province of China". *Forest Policy and Economics*, **22**: 9-17.
- Kiehn, K.O., 2004. "Options for Non-Timber Forest Product Management in the Condor Bioserve, Ecuador". *Journal of Sustainable Forestry*, **18**(2): 237-255.
- Kim, I-A.; R.L. Trosper, y G. Mohs, 2012. "Cultural uses of non-timber forest products among the Sts'ailes, British Columbia, Canada". *Forest Policy and Economics*, **22**: 40-46.
- Kim, K-H., S. Pauleit, 2007. "Landscape character, biodiversity and land use planning: The case of Kwangju City Region, South Korea". *Land use policy*, **24**: 264-274.
- Liang, L.; L. Shen, W. Yang, X. Yang, e Y. Zhang, 2009. "Building on traditional shifting cultivation for rotational agro-

- forestry: Experiences from Yunnan, China". *Forest Ecology and Management*, **257**: 1989-1994.
- López-Medellín, X.; A.G. Navarro-Sigüenza, y G. Bocco, 2011. "Human population, economic activities, and wild bird conservation in México: factors influencing their relationships at two different geopolitical scales". *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **82**: 1267-1278.
- Martínez-Peña, F., 2008. "Producción de carpóforos de macromicetes epigeos en masas ordenadas de *Pinus sylvestris* L". Tesis doctoral de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros De Montes, Universidad Politécnica de Madrid. España.
- Nilsson, M., y A. Persson, 2012. "Can Earth system interactions be governed? Governance functions for linking climate change mitigation with land use, freshwater and biodiversity protection". *Ecological Economics*, **75**: 61-71.
- ONU, 1992. *Convenio sobre la diversidad biológica*. <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>. Consultado en febrero de 2011.
- Parrotta, J.A.; L.H. Fui, L. Jinlong, Ramakrishnan P.S., Yeo-Chang, e Y., 2009. "Traditional forest-related knowledge and sustainable forest management in Asia". *Forest Ecology and Management*, **257**: 1987-1988.
- Pei, S.; G. Zhang, y H. Huai, 2009. "Application of traditional knowledge in forest management: Ethnobotanical indicators of sustainable forest use". *Forest Ecology and Management*, **257**: 2017-2021.
- Pickles, B.J.; K.N.Egger, H.B. Massicottee, y D.S. Green, 2012. "Ectomycorrhizas and climate change". *Fungal Ecology*, **5**: 73-84.
- Portales, B.G.; S.J. Eivin, D.H. Benítez, A.A. Cruz, y B.R. Fernández, 2009. "La biodiversidad en el mundo y en México". Ceballos, G.; R. List, G. Garduño, C.R. López, M.J. Muñozcano Quintanar, E. Collado, y S.J. Eivin (Eds.). *La diversidad biológica del Estado de México. Estudio de Estado. Colección Mayor, Estado de México: Patrimonio de un pueblo*. Editor: Gobierno del Estado de México. México, pp. 39-47.
- Robinson-Lance, W., J.Ericksen Polly, S. Chesterman, y J.S. Worden, 2015. "Sustainable intensification in drylands: What resilience and vulnerability can tell us". *Agricultural Systems*, **135**: 133-140.
- Rurinda, J.; P. Mapfumo, M.T. Wijk, F. van, Mtambanengwe, M.C. Rufino, R. Chikowo, y K.E. Giller, 2014. "Sources of vulnerability to a variable and changing climate among smallholder households in Zimbabwe: A participatory analysis". *Climate Risk Management*, **3**: 65-78.
- Rzedowski, G.C. de; J. Rzedowski, y colaboradores, 2005. *Flora fanerogámica del Valle de México*. 2a. ed., 1a reimp., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso

- de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán), 1406 pp.
- Sandoval, V., y P. Real, 2005. "Modelling and prognosis of land uses changes". *Bosque*, **26**(1): 55-63.
- Shackleton, S.; B. Campbell, H. Lotz-Sisitka, y C. Shackleton, 2008. "Links between the Local Trade in Natural Products, Livelihoods and Poverty Alleviation in a Semi-arid Region of South Africa". *World Development*, **36**(3): 505-526.
- Signorini, M.A.; M. Piredda, y P. Bruschi, 2009. "Plants and traditional knowledge: An ethnobotanical investigation on Monte Ortobene (Nuoro, Sardinia)". *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 5:6, doi: 10.1186/1746-4269-5-6.
- Sun-Park, Mi, y Y. Yeo-Chang, 2012. "Traditional knowledge of Korean native beekeeping and sustainable forest management". *Forest Policy and Economics*, **15**: 37-45.
- Toledo, V.M., 1992. "What is ethnoecology? Origins, scope, and implications of a rising discipline". *Ethnoecologica*, **1**: 5-21.
- Trombulak, S.C. et al., 2004. "Principles of conservation biology: recommended guidelines for conservation literacy from the education committee of the society for conservation biology". [http://www.conbio.org/images/content\\_prof\\_dev/conservation\\_literacy\\_english.pdf](http://www.conbio.org/images/content_prof_dev/conservation_literacy_english.pdf). Consultado marzo de 2010. *Conservation Biology*, **8**(5): 1180-1190.
- Villarruel-Ordaz, J.L., y J. Cifuentes-Blanco, 2007. Macromicetos de la Cuenca del Río Magdalena y zonas adyacentes, Delegación la Magdalena Contreras, México, DF, *Revista Mexicana de Micología*, **25**: 59-68.
- Vimal, R.; G. Geniaux, P. Pluvinet, C. Napoleone, y J. Lepart, 2012. "Detecting threatened biodiversity by urbanization at regional and local scales using an urban sprawl simulation approach: Application on the French Mediterranean region". *Landscape and Urban Planning*, **104**: 343-355.
- Zamora, E.V.; P.M. Gómez, M.G. Vázquez, y M.P. Angón-Torres, 2007. "Conocimiento etnomicológico de hongos silvestres comestibles registrados para la zona de Tancítaro, Michoacán". *Biológicas*, **9**: 41-46.